

## LESIONES EN LOS DEPORTES ACROBÁTICOS GIMNÁSTICOS Y DISCIPLINAS AFINES

## INJURIES IN ACROBATIC GYMNASTICS SPORTS ACROBATICS AND RELATED DISCIPLINES

### Autor:

Taboada-Iglesias, Y.<sup>(1)</sup>; Abalo, R.<sup>(2)</sup>

### Institución:

<sup>(1)</sup> Graduada en Fisioterapia y Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidade de Vigo.

<sup>(2)</sup> Diplomada en Fisioterapia y Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Grupo GiES10, Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IISGI), Universidade de Vigo, Facultad de Fisioterapia, Campus de Pontevedra. A Xunqueira s/n 36005. Pontevedra, España rocioabalo@uvigo.es

### Resumen:

Las lesiones específicas de los diferentes deportes es una línea de investigación de las ciencias de la salud. Sin embargo, en los deportes acrobáticos gimnásticos no existe demasiada bibliografía, existiendo más en sus disciplinas afines como el circo y el cheerleading. Debido a esto, el objetivo del estudio ha sido el de analizar las lesiones en deportes acrobáticos (Gimnasia Acrobática, tumbling y trampolín, teamgym) y circo y cheerleading como modalidades afines. Se realizó una búsqueda sistemática en el mes de Enero de 2016 en las bases de datos utilizando los descriptores "Athletic injuries", "Sports injuries" y "Gymnastics", y "gymnasts", "trampoline", "tumbling", "acrobatic", "circus" y "cheerleading" como palabras clave. Una vez aplicados los criterios de selección se obtuvieron un total de 14 artículos, 9 de ellos sobre una muestra exclusivamente de nuestro objeto de estudio y 5 en una muestra multideportiva en la que se encuentra alguna disciplina a analizar. El análisis de la bibliografía recogida permite acercarnos a una visión tanto global como específica de las diferentes disciplinas analizadas señalando las de mayor ratio lesional, las localizaciones más frecuentes, la gravedad, tipología, diferentes mecanismos de producción y de los diferentes factores que influyen en ellas. Se concluyó en que el trampolín es la disciplina que parece tener mayor incidencia, seguida del tumbling, el cual como deporte o habilidad específica de otras disciplinas como el circo o cheerleading, está muy relacionado con las lesiones de tobillo. Las extremidades inferiores son la zona más lesionada en casi todas las modalidades, no habiendo consenso en el

circo. Por último, se relaciona el riesgo lesional con el alto nivel deportivo y con la edad, mientras que el Índice de Masa Corporal parece no influir y no está clara la relación en cuanto al sexo.

**Palabras Clave:**

Lesiones deportivas, epidemiología, gimnasia.

**Abstract:**

The specific injuries of different sports are a line of research in health sciences. But nevertheless, there is not much literature about Acrobatic Gymnastic sports, there's more literature in related disciplines such as circus and cheerleading. Because of this, the aim of the study was to analyze acrobatic sports injuries (Acrobatic Gymnastics, tumbling and trampoline, gym team) and circus and cheerleading as related modalities. A systematic search was conducted in the month of January 2016 databases using descriptors "Athletic injuries", "Sports injuries" and "Gymnastics" and "gymnasts", "trampoline", "tumbling", "acrobatic" "circus" and "cheerleading" as keywords. After applying the selection criteria a total of 14 articles, 9 of which only a sample of our object of study and 5 in a multisport sample that is some discipline to be analyzed is obtained. The analysis of the literature collection brings us closer to both global vision and specific of the different disciplines analyzed pointing out the most lesional ratio, the most common locations, severity, type, different mechanisms of production and different factors influencing them. It was concluded that the trampoline is the discipline that seems to have the greatest impact, followed by tumbling, which as a sport or specific skill of other disciplines such as circus or cheerleading, is closely related to ankle injuries. The lower extremities are the most damaged area in almost all forms, not having consensus in the circus. Finally, the lesional risk is related to the high-level sports with age, while the Body Mass Index and seems not to influence and the relationship is unclear about sex.

**Key Words:**

Sports injuries, epidemiology, gymnastics.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones deportivas es una de las líneas que sigue la investigación en ciencias de medicina del deporte. Se ha establecido que las diferentes actividades físicas, artísticas y deportes están asociadas a un ratio y patrón lesional concreto (Foley & Bird, 2013; Munro, 2014), por lo que el estudio de su incidencia se establece como el punto de partida para la prevención (Abalo et al., 2013; Burt et al., 2010).

Se han realizado numerosas investigaciones en ciertas disciplinas gimnásticas de la Federación Internacional de Gimnasia (FIG), como son la Gimnasia Artística Masculina y Femenina (Burt et al., 2010; Amaral et al., 2009; Bradshaw & Hume, 2012; De Carli et al., 2012; Dowell, 2011; Westermann et al., 2015), Gimnasia Rítmica (Piazza et al., 2009; Roberts, 2009; Rui-feng, 2009; Sabeti et al., 2015) y Gimnasia Aeróbica (Abalo et al., 2013(a); Abalo et al., 2012; Abalo et al., 2013 (b)). No obstante, no existe mucha evidencia científica en los antes conocidos deportes acrobáticos, ahora incluidos en la FIG como Gimnasia Trampolín y Gimnasia Acrobática (GA). De esta última disciplina tan solo se han encontrado los estudios realizados por Grapton et al. (2013) y Purnell et al. (2010) que establecieron las lesiones más frecuentes y diferenciación entre roles de actuación.

Sin embargo, estos deportes, tienen muchos puntos en común con otras disciplinas deportivas y artísticas, como el teamgym, el circo y el cheerleading, a partir de las cuales se podría establecer un perfil lesional similar.

La gimnasia trampolín se divide en 3 aparatos, el trampolín, el doble minitramp y el tumbling. El trampolín, como aparato, consiste en una estructura metálica que soporta una lona elástica anclada con muelles, en la que los acróbatas realizan múltiples saltos mortales y giros. En tumbling se realizan una sucesión de saltos complejos, rápidos y rítmicos, desde las manos a los pies, pies a manos y pies a pies en una pista dinámica (Grapton et al., 2013).

La GA se realiza en un suelo de 12x12 m y es practicada en grupos desde dos a cuatro acróbatas. Los ejercicios son una combinación armoniosa y en

perfecta sincronía de coreografía, elementos individuales (acrobacias de suelo) y elementos acrobáticos grupales (Graption et al., 2013).

Teamgym, por su parte, es una disciplina gimnástica originaria de Escandinavia, no incluida dentro de las disciplinas gimnásticas de la FIG, pero sí en la Unión Europea de Gimnasia. En ésta, los gimnastas actúan en minitramp, tumbling así como en suelo (Lund & Myklebust, 2011). El ejercicio de suelo está compuesto por piruetas, saltos, elementos de fuerza y equilibrio, acrobáticos, combinaciones y elementos grupales (UEG 2013).

El circo, como concepción contemporánea de circo acrobático sin animales, se compone por una variedad de habilidades acrobáticas como el trapecio, los zancos, malabares, danza y música en un ambiente teatralizado (Long et al., 2011). Entre las disciplinas de circo se encuentran la acrobacia o tumbling, trampolín, trapecio, telas y otras plataformas aéreas, equilibrios de manos y en parejas (Munro 2014). Otra disciplina de circo es la rueda gimnástica, un deporte acrobático que abarca tanto la disciplina de competición gimnástica como espectáculos y circo, que consiste en dos ruedas circulares de diámetro de entre 135 y 240 cm, unidas por seis barras (Kauther et al., 2015)

Por último, el cheerleading es un deporte en el que se integran cantos, movimientos de baile, elevaciones, pirámides y lanzamientos, con soporte musical formando lo que se denomina “rutina” (International Cheer Union, 2016). En esta disciplina grupal, se denomina “volante” al sujeto que es elevado en el aire por sus compañeros “portores”, mientras los “vigilantes” se mantienen cerca para evitar las caídas (Mullarkey, 2011)

Debido a lo expuesto anteriormente, el objetivo de este estudio es el de analizar las lesiones en deportes acrobáticos (GA, tumbling y trampolín, teamgym) y circo y cheerleading como modalidades afines.

## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

La revisión bibliográfica se ha basado en una búsqueda exhaustiva, durante el mes de enero de 2016, en las bases de datos Medline, Cinahl, Sport Discus, Scopus y Pubmed.

Los descriptores del Medical Subjects Headings (MeSH) del Index Medicus utilizados en la búsqueda han sido: "Athletic injuries", "Sports injuries" y "Gymnastics", y las palabras clave "gymnasts", "trampoline", "tumbling", "acrobatic", "circus" y "cheerleading" utilizando los operadores booleanos AND y OR según fuera necesario. Así mismo, se han aplicado ciertos criterios de selección (Tabla 1).

**Tabla 1 Criterios de selección**

Criterios de Inclusión	Criterios de exclusión
Año de publicación a partir del 2011	Artículos repetidos
Escritos en español, inglés, francés o portugués	Revisiones
Acceso a texto completo	Estudios de caso
	No se adaptan al tema de estudio.

El total de los artículos encontrados ha sido de 1831, de los cuales, una vez aplicados los criterios establecidos, se han seleccionado 14 artículos (Tabla 2). Dentro de los artículos que no se adaptan al tema se incluyen aquellos en que tratan las lesiones desde una perspectiva de programas de intervención, analizan factores de riesgo psicológico, y los realizados en trampolín recreativo.

**Tabla 2. Ecuaciones y resultados de la búsqueda bibliográfica.**

Base de datos	Ecuación	Resultados Total	Excluidos	Válidos
<b>MEDLINE</b>	((MH "Athletic Injuries") AND ((MH "Gymnastics") OR "gymnasts" OR "trampoline" OR "tumbling" OR "acrobatic" OR "circus" OR "Cheerleading"))	404	347 LT // 29 NTC 1 OI // 8 Rv 4 EC/SC // 8#tema	7
<b>CINAHL</b>	(MH "Athletic Injuries") AND ((MH "Gymnastics") OR "gymnasts" OR "trampoline" OR "tumbling" OR "acrobatic" OR "circus" OR "Cheerleading")	176	153 LT // 11 Rep 2 NTC // 4 Rv 1 EC/SC // 3#tema	2
<b>SPORT DISCUS</b>	(DE "SPORTS injuries") AND ((DE "GYMNASTICS") OR "gymnasts" OR "trampoline" OR "tumbling" OR "acrobatic" OR "circus" OR "Cheerleading")	110	71 LT // 13 Rep 9 NTC // 4 Rv 1 EC/SC // 6#tema 5 ANC	1

<b>SCOPUS</b>	( TITLE-ABS-KEY ( "Athletic injuries" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "Sports injuries" ) ) AND ( TITLE-ABS-KEY ( "Gymnastics" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "Gymnasts" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "trampoline" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "tumbling" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "acrobatic" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "Circus" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "Cheerleading" ) )	731	611 LT // 61 Rep 22 NTC // 4 OI 11 Rv // 5 EC/SC 13 #tema	4
<b>PUBMED</b>	("Athletic Injuries"[Mesh]) AND ("Gymnastics"[Mesh] OR "gymnasts" OR "trampoline" OR "tumbling" OR "acrobatic" OR "circus" OR "Cheerleading")	410	348 LT // 58 Rep 2 NTC // 2 #tema	0
<b>TOTAL</b>		1831		14

Mesh o MH: Medical Subject Headings; Title-ABS-KEY: título, resumen y palabras clave. LT: Límite Temporal; NTC: No Texto Completo; Rv: Revisiones; OI: Otro Idioma; EC: Estudio de Caso; SC: Serie de Casos; #tema: Diferente tema; Rep: Repetidos; ANC: Artículo no científico.

### 3. RESULTADOS

Los resultados se han organizado en función de las disciplinas deportivas analizadas. En primer lugar, se exponen los artículos con una muestra centrada en el objeto de estudio y a continuación los que presentan una muestra multidisciplinar (Tabla 3).

**Tabla 3. Disciplina, herramienta, tipo de estudio y muestra.**

Referencia	Disciplina	Herramienta	Estudio	Muestra
<b>Graption et al. 2013</b>	Tumbling, Trampolín, GA	Parte de la Federación	CoP ( 5 años)	Gims de la Federación Francesa de Gimnasia, 5.000-6.000 de trampolín, 500-700 de tumbling y 700-1.200 en GA (15 ± 3 años, 53 % ♂)
<b>Rojas et al. 2015.</b>	Tumbling	Cuestionario-entrevista	Retrospectivo, (carrera deportiva) CTrans	n= 18 gims ♂ junior y senior (22,6 ± 5,4 años, 65,94 ± 6,28 Kg y 169 ± 0,05 cm)
<b>Lund y Myklebust 2011</b>	Teamgym	Registro por el Fisioterapeuta en competiciones	CoP (10 meses)	n=8418 A-Ex, Gims noruegos desde los 10 años
<b>Orlando et al. 2011</b>	Circo	Registro electrónico de la compañía	CoH (4 años)	Compañía profesional: n=378 ♂, edad □= 30 años(66,7% impacto; 18% no impacto; 15,3 % músicos) // n= 206 ♀, edad □= 25 años (71,4% impacto; 16,5% no impacto; 12,1% músicos)
<b>Hamilton et al. 2012</b>	Circo	Registro electrónico de la compañía	Análisis secundario a estudio CoP (6 años)	n=1281
<b>Munro 2014</b>	Circo	Staff de fisioterapia	Prospectivo (1 curso)	30 ♀ y 33 ♂ (18-32 años)

académico)				
<b>Kauther et al. 2015</b>	Rueda gimnástica	Cuestionario	Retrospectivo (carrera deportiva) CTrans	151 profesionales y 352 amateurs
<b>Shields y Smith 2011</b>	Cheerleading	Sistema online	CoP (1 año)	A-Ex de 412 equipos (90% ♀; 16,3± 2,9 años)
<b>Hardy et al. 2015</b>	Cheerleading	Texto en base de datos hospitalares canadienses	CoR (20 años)	1496 casos de lesiones (15,4 ±2,2 años; 94% ♀)
<b>Long et al. 2011</b>	Circo y baloncesto	Cuestionario (12 ítems) fin Temp	Retrospectivo (1 Temp).CTrans	30 artistas circo y 20 jugadores de baloncesto (14-18 años)
<b>Swenson et al. 2012</b>	Multideporte (cheerleading)	Sistema online	CoR (3 Temps)	11.544.455 A-Ex en deporte de instituto de EE UU.
<b>Medina et al. 2014</b>	Multideporte (cheerleading)	Sistema de vigilancia (preparador físico)	CoP (2 Temps)	479.668 A-Ex en 7 institutos.
<b>Changstrom et al. 2015</b>	Multideporte: (cheerleading)	Encuesta online nacional	CoR (8 Temps)	Atletas de 100 institutos randomizado. EE UU
<b>Mitchell et al. 2015</b>	Multideporte (cheerleading)	Encuesta online nacional	CoR (6 Temps)	Atletas de 100 institutos randomizado. EE UU

GA: Gimnasia Acrobática; Gims: Gimnastas; CoP: Cohortes Prospectivo; CoH: Cohortes Históricas; CoR: Cohortes Retrospectivo; CTrans: Corte Transversal; Temp: Temporada; n: tamaño muestral; A-Ex: Atletas-exposición ♂: hombres; ♀: mujeres; □: Media; EE UU: Estados Unidos

Entre las investigaciones realizadas en los deportes acrobáticos, se encuentra la de Grapton et al.<sup>16</sup>, con el trampolín, tumbling y GA como objeto de estudio. Reportaron 226 eventos traumáticos en trampolín (63,3%), 80 en tumbling (22,4 %) y 51 en GA (14,3%). De éstos, el 63,0 % se produjeron en los acróbatas de alto nivel.

Las lesiones se localizaron más frecuentemente en las extremidades inferiores (EEII) en trampolín (49,1%), tumbling (60%), y en GA (51%). En trampolín las lesiones óseas fueron las predominantes en las extremidades superiores (EESS) representando el 57% de las de esta zona, las musculares en el tronco con un 53,4% y ligamentosas predominaron en las EEII en un 56,8%.

El tumbling, por su parte, se asoció a las lesiones de tobillo. En cuanto a la tipología, las ligamentosas fueron las más observadas tanto en las EESS (83,3%) como en las EEII (47,9%), y las musculares en el tronco (61,5%).

La GA se asoció con una alta incidencia en muñeca y baja de espalda. Las lesiones tendinosas resultaron ser las que más se produjeron en las EESS con un 62,5%, las musculares en el tronco con un 88,9 % y las ligamentosas en las EEII con un 61,5%.

Los factores intrínsecos resultaron los más reseñados en los tres deportes (84,2%).

Otro estudio en deportes acrobáticos fue el realizado por Rojas et al. (2015) que centraron su investigación en los gimnastas de tumbling.

Se reportaron 50 lesiones (incidencia baja: 1,12 por cada 1000 horas (h) de exposición), el 94% en entrenamiento y el 6% en competición, siendo el 40% de éstas de gravedad moderada. El mayor número se localizaron en las EEII, resaltando las de tobillo y rodilla. En cuanto al momento lesional, la mayor carga se concentra en las recepciones. Por otro lado, no encontraron relaciones significativas entre el número de lesiones y el Índice de Masa Corporal (IMC) o las horas de entrenamiento al día. Por su parte, Lund y Myklebust (2011), realizaron un trabajo durante las competiciones de teamgym en Noruega. Registraron el número de exposiciones por atleta (A-Ex), contabilizando cada actuación. El estudio se realizó durante 10 meses en los que celebraron 17 competiciones, sumando un total de 1.134 h de exposición.

En total se encontraron 115 lesiones, siendo 57 agudas (nuevas y recidivas) y 58 por agravamiento. El 85% se produjeron en la fase de aterrizaje y un 11% durante la fase de despegue.

En cuanto a las lesiones agudas, 26 acontecieron durante los calentamientos y 31 en competición. Esto se corresponde con una incidencia de 50,3 lesiones/1.000 h en general, 35/1.000 h durante el calentamiento y 75/1.000 h en competición. En función de A-Ex, la incidencia de lesiones fue de 6,8/1.000 A-Ex. Los gimnastas de categoría senior fueron los que más se lesionaron, estableciéndose diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) entre estos, respecto a las otras dos categorías (junior y cadetes), pero no entre estas dos. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre sexos.

Respecto a la localización de las lesiones incidentes, establecieron que el 72% fueron en las EEII, siendo el 51% lesiones en el tobillo, y se clasificaron como esguinces 40 de las 57 incidencias. De la misma forma, el mayor número de lesiones se produjeron en tumbling y minitramp (66/1.000 h), siendo mayor en

minitramp pero sin diferencias significativas entre ellas, pero sí respecto al ejercicio de suelo (13/1000 h).

En torno a las lesiones en el circo, la investigación realizada por Orlando et al. (2011) comparó el patrón de lesión y tratamiento en un grupo de artistas de circo acrobático moderno, en función del tiempo de descanso. Tan solo se contabilizaron las lesiones producidas durante el espectáculo. Se clasificaron en función del tiempo-perdido (TP) (no poder participar en al menos un espectáculo (TP-1) o en 15 (TP-15)).

Se produjeron, en total, 1.841 lesiones con atención médica, 162 provocaron la abstención durante 1 espectáculo, 40 la de 15 espectáculos, fueron necesarios 10.462 tratamientos de un total de 243.744 A-Ex.

En el primer análisis compararon los ratios de lesión que se producen dos días antes (pre) y después (post) de los diferentes periodos de descanso. Se efectuaron un mayor número de atenciones médicas post descanso, independientemente de la duración de éste, pero no se encontraron diferencias significativas pre-post en TP-1 ni en TP-15. Tampoco se encontraron diferencias entre los distintos periodos de descanso, siendo los ratios de lesión similares con pocos días o muchos para descansar.

En el grupo de los artistas de alto impacto se estudió la incidencia en función de los días de la semana laborables (después del día de descanso), encontrándose que el último día laborable era en el que menor ratio se producía, aunque éste coincidía con la menor A-Ex. No obstante apuntaron que la atención médica y los TP-1 parecen decrecen en ratio a medida que avanza la semana. Hamilton et al. (2012) en su trabajo secundario al de Shrier et al. (2009), exploraron como afectan las diferentes definiciones de lesión en el análisis de los factores de riesgo en el circo. Los resultados indicaron que el 78% de los artistas necesitaron al menos una atención médica, el 39% necesitó un TP-1, y el 19% incurrió en TP-15.

Encontraron que los músicos tienen menor riesgo de lesión que los artistas de impacto. El sexo femenino y ser mayores de 30 son factores importantes de las

lesiones con atención médica solamente. Y por último, los artistas de no impacto, son menos propensos a lesiones con TP-1 comparándolos con los de impacto, pero en cuanto a las lesiones con atención médica los resultados son similares. Por lo que concluyeron que, la definición de lesión de atención médica resulta tener un mayor ratio de lesión y menores consecuencias que las definiciones con tiempo perdido.

Otra investigación realizada en circo ha sido la de Munro (2014) en una escuela de circo australiana. Se definieron como lesiones aquellas que necesitaron atención médica, en este caso por un fisioterapeuta.

Se realizaron 1.948 tratamientos de los cuales el 56% fueron en mujeres y el 44% en hombres. De éstas, solo el 18% fueron lesiones nuevas del cual el 49% fueron en mujeres y el 51% en hombres. No obstante, no se establecieron diferencias clínicas significativas, ni de incidencia lesional entre géneros. Sin embargo, las mujeres presentaron una tendencia significativamente mayor a lesionarse la cadera que los hombres, mientras que éstos fueron más propensos a lesionarse el antebrazo, la muñeca y la rodilla.

En cuanto al mecanismo lesional, se encontraron que las acrobacias y tumbling son la actividad que más lesiones producen. Las lesiones de tobillo representaron el 26% de las lesiones iniciales, la columna lumbar el 13% y los hombros el 12%. Resultando en el 35% de las lesiones la combinación de todas las lesiones de la columna tanto cervical, dorsal y lumbar.

Kauther et al. (2015) estudiaron la epidemiología lesional en una especialidad de circo, la rueda gimnástica a lo largo de toda la carrera.

Se reportaron 4.989 lesiones durante 988.718,9 h de entrenamiento (9,44 lesiones nuevas por 1000 h y 1,68 síndromes por sobreuso por cada 1000 h). Solo el 7,95% de los amateur y el 11,65% de los profesionales nunca se lesionaron y los profesionales presentaron el mayor número de lesiones por persona e incidencia lesional. De la misma forma, encontraron una correlación positiva leve entre la incidencia y la edad. En los profesionales las lesiones se

localizaron, en mayor medida, en la cabeza, columna, codo, muñeca/mano y tobillo/pie.

El esguince de tobillo fue la lesión, de gravedad mayor a una semana de reposo, que más se produjo, seguidas de las contusiones/laceraciones de cabeza y contusiones/distorsiones de dedos. Entre los síndromes por sobreuso, también más frecuentes en los profesionales, el “codo de gimnasta de rueda gimnástica” se encontró en 42,1% de los participantes mientras que el 49,5% presentaron hiperqueratosis del dorso del pie.

Entre los trabajos realizados en cheerleading, se encuentra el realizado por Shields y Smith<sup>28</sup> centrado en la epidemiología de las distensiones y esguinces. Los resultados mostraron que el 53% de las 567 lesiones fueron distensiones y esguinces (0,5 lesiones por 1.000 A-Ex), producidas el 51% en equipos de instituto, sin embargo analizándolo por ratio de exposición en los equipos universitarios fueron más frecuentes (1,2 por 1.000 A-Ex). El 82% de estas lesiones ocurrieron en el entrenamiento (0,6 por 1.000 A-Ex), hallándose el mayor el ratio lesional en la competición (0,8 por 1.000 A-Ex). Así mismo, solo el 16% fueron lesiones recurrentes incidiendo principalmente en el tobillo, muñeca y zona lumbar. Por otro lado, el 45% de los cheerleaders lesionados reanudaron la práctica en el siguiente entrenamiento.

La elevación o montaje de un compañero de pie sobre las manos de otro, fue el tipo de habilidad que conllevó más lesiones (34%), seguidas del tumbling (32%), lanzamientos (18%) y pirámides (6%).

El tobillo fue la localización más habitual (28%) seguida por el cuello y zona lumbar (ambos un 11%). El 42% se produjeron en las EEII, el 26% en tronco, 21% EESS y 11 % en cuello.

El esguince/distensión de tobillo, como lesión más frecuente en las EEII, representó, en función de las distintas habilidades, el 78% de las lesiones producidas en la carrera de tumbling, el 74% de las elevaciones y pirámides, el 71% de las de tumbling y el 60% de las de saltos.

Por otro lado, Hardy et al. (2015) se centraron en evaluar la importancia de las lesiones de cuello y columna en el cheerleading.

El mayor número de lesiones se localizaron en las EESS (36%), seguidas de la cabeza y cuello (29%) y las EEII (26%). El 28% de ellas fueron distensiones y esguinces, el 22% lesiones de tejidos blandos y un 16 % fracturas.

Las lesiones de cuello y columna representaron solo el 8%, siendo las distensiones y esguinces el tipo de lesión más frecuente (47%) seguida de las de tejidos blandos (33%). El mecanismo de lesión más común son las caídas (56%), de las cuales el 79% se producen en los volantes durante caídas desde una pirámide, elevación o lanzamiento. Pese a todo, la habilidad en la que se refieren en mayor medida, son las elevaciones en un 54% de los casos, mientras que las pirámides causan el 12,8% y los lanzamientos el 12%.

El 80% de las lesiones se consideraron leves y solo el 9% fueron consideradas graves. En cuanto a los artículos basados en una muestra multideportiva, Long et al. (2011) compararon los ratios de información de lesión y los patrones de ocultamiento de éstas, entre estudiantes de circo y jugadores de baloncesto. Escogieron a jugadores de baloncesto, porque estudios previos señalaron similitudes entre la temporada competitiva y el ratio de lesión con los artistas de circo (Shrier et al., 2009).

Los resultados indicaron que no existen diferencias significativas sobre el número de lesiones producidas, no obstante, los jugadores de baloncesto pierden significativamente ( $p=0,01$ ) más participación que los artistas de circo. En cuanto a la información de lesión los jugadores de baloncesto informan a sus entrenadores de un mayor ratio de lesión (50%) que los artistas de circo (20%). La ocultación de la lesión no resultó ser estadísticamente significativa, pero si presenta una tendencia. Los artistas de circo ocultan sus lesiones en mayor medida que los jugadores de baloncesto, haciéndolo con un 13% y 5% respectivamente. Entre las razones encontradas, destacan el miedo a la pérdida de entrenamientos, la creencia de que ésta desaparecería por sí misma así como la alta tolerancia al dolor.

El 65,8% de las lesiones totales se produjeron en las EEII, siendo la rodilla la localización más frecuente (34,2%). El mayor ratio de lesión en circo se produce en la espalda (10,5%) y la rodilla (10,5%), y en tercer lugar las lesiones en los pies (7,9%). Las lesiones en el tobillo se sitúan en la cuarta posición junto con las lesiones en el cuello, con un 5,3 % cada una.

Swenson et al. (2012) realizaron una investigación sobre epidemiología de las fracturas que se producen en los institutos de EE UU a través de los distintos tipos de deportes. Analizaron las lesiones en función de la A-Ex definido como una por cada atleta en cada una de los entrenamientos y competiciones.

Registraron 2.103 fracturas, que representaron el 9,9% de todas las lesiones en los 20 deportes analizados, con una ratio medio de 1,82 fracturas por cada 10.000 A-Ex. El mayor ratio de fracturas se produjo en fútbol (4,37 por 10.000 A-Ex), mientras que las mujeres gimnastas obtuvieron un ratio de 1,46 por 10.000 A-Ex y los cheerleaders 0,73 por 10.000 A-Ex.

Las fracturas ocurrieron en mayor medida en competición, tanto para chicos como para chicas. Los ratios de lesión fueron significativamente mayores en competición que en entrenamiento en todos los deportes excepto en chicos de voleibol, chicas de gimnasia, chicas de lacrosse y en cheerleading, produciéndose en cheerleading un mayor ratio de lesión en los entrenamientos (0,78 por 10.000 A-Ex) que en la competición (0,68 por 10.000 A-Ex).

En cheerleading, la fractura más común resultó ser la de nariz (25,9%), y el codo, la muñeca y el pie en gimnasia.

En la gimnasia el mecanismo de lesión más frecuente fue el contacto con un aparato (55,6%), y en cheerleading la causa más habitual fue el contacto con la superficie de juego (40,7%).

Encontraron que el aumento de la edad está correlacionado inversamente con la proporción de lesiones que son fracturas en chicos, pero no en las chicas. Y en cuanto al IMC tampoco registraron ninguna asociación.

Medina et al. (2014) por su parte, compararon el tiempo de vuelta a la práctica deportiva con la probabilidad de esguinces de tobillo nuevos y recurrentes. Los datos se analizaron en función de la A-Ex.

Los resultados mostraron que se produjeron 1.532 lesiones durante 479.668 A-Ex, de las cuales 806 se localizaron en las EEII, siendo 228 producidas en el tobillo. De éstas, 204 se definieron como esguinces del ligamento lateral representando el 13,5% de todas las lesiones, clasificándose 163 como nuevas y 35 como recurrentes.

El ratio en general fue de 4,3 esguinces por 10.000 A-Ex (3,5 por 10.000 A-Ex nuevas y 0,8 por 10.000 A-Ex recurrentes). En los hombres que practican cheerleading no se produjo ningún esguince de tobillo, mientras que en las mujeres observaron un ratio de esguinces de un 2,4 por 10.000 A-Ex.

En cuanto al tiempo de vuelta al juego, el 70% de todos los esguinces lo hace en 3 días.

Changstrom et al. (2015) realizaron un trabajo sobre los patrones de las fracturas por estrés en los diferentes deportes de instituto y en función del sexo.

Durante las 25.268.873 A-Ex se registraron 389 fracturas por estrés (ratio de 1,54 por 100.000 A-Ex) que representaron el 0,8% de las lesiones totales ocurridas. Los mayores ratios se encontraron en las mujeres y hombres de esquí de fondo (10,62 y 5,42 respectivamente) y en las chicas de gimnasia (7,43), y los menores ratios en hombres nadadores y saltadores (0,22), en hombres de hockey sobre hielo (0,32) y en cheerleading (0,75). En cheerleading la localización más frecuente fue el pie (50%), seguido de la pierna y por último la región lumbar, no produciéndose lesiones en ninguna otra zona.

Solo el 34,7 % de los deportistas vuelven al juego antes de las 3 semanas, siendo éstos en su mayoría los lesionados en las EEES (68%).

De todas las fracturas por estrés, el 18,1% fueron registradas con recurrentes, sin embargo, se clasifican como recurrentes el 39% de todas las fracturas por estrés localizadas en la espina lumbar y la pelvis.

Siguiendo la misma línea, Mitchell et al. (2015) analizaron la epidemiología de las lesiones de inestabilidad femoropatelar en atletas de instituto. Los resultados aportaron un ratio de 1,95 por 100.000 A-Ex de inestabilidad femoropatelar destacando las mujeres gimnastas (6,19 por 100.000 A-Ex). La frecuencia de lesión fue mayor en competición (3,72) que en entrenamiento (1,34) y el 75,1% fueron de nueva aparición. No existieron asociaciones entre las lesiones internas de la rodilla con las lesiones de inestabilidad femoropatelar. Y de entre todos los deportes analizados, las mayores proporciones de éstas, se dan en cheerleading en el que representan el 37% de las lesiones de rodillas. En cheerleading se produjeron un ratio de lesión de 1,54 por 100.000 A-Ex, siendo de 3,44 por 100.000 A-Ex en competición y 1,35 por 100.000 A-Ex en los entrenamientos. Los mecanismos lesionales más frecuentes, en esta modalidad, son los mecanismos por contacto.

#### **4. DISCUSIÓN**

La bibliografía de esta revisión permite conocer la incidencia lesional de las diferentes disciplinas acrobáticas. Dentro de éstas, el minitramp parece ser el aparato con mayor ratio lesional (Lund et al., 2011). Así mismo, el trampolín, como aparato de características técnicas similares, es situado por Grapton et al. (2013) como la especialidad con el mayor porcentaje de lesión, seguida por el tumbling y por último la GA. Se establecen resultados similares en teamgym que presenta diferencias significativas entre el minitramp y tumbling respecto a la especialidad de suelo (Lund et al., 2011). En cheerleading también se apuntan las habilidades de tumbling como la segunda habilidad con más propensión a producir lesiones (Shields & Smith, 2011), siendo ésta también englobada entre las disciplinas de alto impacto circenses, las cuales se definen como el rol de mayor incidencia lesional en el circo (Munro, 2014; Orlando et al., 2011; Hamilton et al., 2012). Pese a esto, existen estudios que muestran que el tumbling presenta una incidencia lesional baja (Rojas et al., 2015).

Sobre la situación deportiva, parece producirse más lesiones durante los entrenamientos si lo comparamos con la competición (Rojas et al., 2015; Shields & Smith, 2011). Sin embargo los resultados son diferentes si tenemos en cuenta la ratio por horas de exposición o actuaciones (Shields & Smith, 2011). Desde este prisma, se produce un ratio superior en competición en el deporte en general (Swenson et al., 2012), así como apuntan los estudios realizados sobre cheerleading (Shields & Smith, 2011; Mitchell et al., 2015). No obstante, en esta última disciplina deportiva se ha encontrado un ratio de fracturas mayor en entrenamientos que en competición (Swenson et al., 2012).

La superficie de juego es un factor clave en estos deportes. Las recepciones parecen ser gestos técnicos lesivamente importantes en tumbling (Rojas et al., 2015) y en teamgym (Lund et al., 2011), mientras que en cheerleading las fracturas se producen con mayor frecuencia contactando con el suelo (Mitchell et al., 2015) y las lesiones de columna y cuello más habitualmente en las elevaciones pero por caídas del sujeto volante (Hardy et al., 2015).

La localización de las lesiones prima en las EEII tanto en trampolín (Graption et al. 2013), tumbling (Graption et al. (2013); Rojas et al., 2015), GA (Graption et al. 2013), circo (Munro, 2014), teamgym (Lund et al., 2011) y en cuanto a los esguinces y distensiones (Shields & Smith, 2011) y fracturas por estrés (Changstrom et al. 2015) en cheerleading. El tobillo es una zona importante, asociada a las lesiones de tumbling (Graption et al. (2013); Rojas et al., 2015), representa sobre la mitad de las lesiones en teamgym (Lund et al., 2011), en circo se observó que sobre un cuarto de las lesiones agudas se producían en esta zona (Munro, 2014), así como en los esguinces en cheerleading (Shields & Smith, 2011). Sin embargo en trampolín, comparado con el tumbling y la GA es en el que menos se producen lesiones de tobillo, y en GA aumenta la frecuencia de las lesiones en las EESS y menor en el tronco junto con una alta incidencia de lesiones en la muñeca y baja en la espalda (Graption et al. 2013). Por otro lado, otros estudios realizados en circo indican que la mayoría de las lesiones se producen en la espalda y la rodilla, relegando al tobillo a la cuarta posición (Long et al., 2011), así como teniendo en cuenta todas las lesiones de

la columna en conjunto, éstas presentan más incidencia que el tobillo (Munro, 2014). En esta misma disciplina, otra investigación establece que la localización es más heterogénea, pudiendo esto ser debido a que analiza solo la rueda gimnástica como disciplina de circo (Kauther et al., 2015). En cuanto al cheerleading, también existe discrepancia entre los trabajos encontrados, no estableciendo las EEII siempre como las más lesionadas si no que Hardy et al. (2015) localizaron el mayor número de lesiones en las EESS, seguidas de la cabeza y cuello y por último las EEII, y teniendo en cuenta las fracturas, éstas se producen en mayor medida en la nariz (Swenson et al., 2012).

Los esguinces o lesiones ligamentosas representan la tipología más frecuente en las EEII en trampolín y GA, en las EESS y EEII en tumbling (Graption et al. 2013), en teamgym (Lund et al., 2011) y cheerleading (Hardy et al., 2015). Rojas et al 2015) también destacan los esguinces, junto con las roturas, como las lesiones más frecuentes en tumbling. Por otro lado, en cheerleading no se encontraron ningún esguince en hombres, y ratio inferior al general en mujeres (Medina et al., 2014). No obstante, en las habilidades de tumbling en cheerleading, el 78% de las lesiones que se producen en carrera y el 71% en las acrobacias, de las EEII, son esguinces de tobillos (Shields & Smith, 2011). En un estudio realizado en la región de cuello y columna, el tipo más frecuente son los esguinces, seguidas de las lesiones de tejido blando (Hardy et al., 2015). Esto se asemeja a los datos aportados por Graption et al. (2013) en trampolín, tumbling y GA que asociaron las lesiones del tronco a las lesiones musculares. En cuanto a las fracturas por estrés, investigaciones en una muestra multideportiva indican que representan un porcentaje muy bajo de las lesiones totales, destacando la gimnasia como el deporte en el que más se producen y el cheerleading entre los que menos (Changstrom et al. 2015). Por último, la inestabilidad femoropatelar resulta importante en cheerleading ya que representa el 37% de las lesiones de rodilla (Mitchell et al., 2015).

En cuanto a la gravedad, la gran parte de las lesiones son de intensidad leve o moderada. La mayoría en tumbling son de gravedad moderada, presentando en gran medida secuelas duraderas, limitación del movimiento, inestabilidad y

debilidad, así como más de la mitad de ellas dolor recurrente (Rojas et al 2015) y la mayoría de las lesiones de columna y cuello en cheerleading se consideraron como leves (Hardy et al., 2015). Por otro lado los estudios realizados en circo, toman como clasificación de las lesiones el tiempo que provocan abstención de la práctica deportiva presentando las lesiones de atención médica un mayor ratio y menores consecuencias que las lesiones con TP (Hamilton et al., 2012). Orlando et al. (2011) indicaron que se producen menos lesiones de TP-15 que las de TP-1. En el trabajo de Hamilton et al. (2012) se confirman estos resultados y destacan que la primera clasificación ocurre en un 19% de los artistas, mientras que el segundo un 39%, siendo los artistas de no impacto más propensos a las lesiones con solo un día de reposo en comparación con los artistas de impacto (Hamilton et al., 2012). Por otro lado en rueda gimnástica, los esguinces son las lesiones de gravedad mayor a una semana de reposo que más se producen, mientras que el dolor más allá de un mes es común en múltiples localizaciones (Kauther et al., 2015). Por otro lado, casi la mitad de los cheerleaders que sufren esguinces o distensiones reanudan la práctica en el siguiente entrenamiento (Shields & Smith, 2011), siendo el tiempo de vuelta más probable a los 3 días para las lesiones de nueva aparición y al día siguiente para las recurrentes (Medina et al., 2014). No obstante, el valorar la gravedad de la lesión desde el punto de vista de tiempo perdido, parece tener sus limitaciones, como se deriva de los resultados de Long et al. (2011) que encontraron una tendencia de los artistas de circo a informar en menor medida de las lesiones que los jugadores de baloncesto, por miedo a la pérdida de entrenamiento, creencia de que desaparecería por sí misma, y por los altos umbrales de tolerancia al dolor.

En referencia al nivel de competición, parece relacionarse el alto nivel con una mayor incidencia lesional en trampolín, tumbling y GA (Graption et al., 2013) y en los esguinces y distensiones en cheerleading (Shields & Smith, 2011). No obstante, en la rueda gimnástica, menos amateurs que profesionales nunca se lesionaron, aunque a nivel de incidencia y lesiones por personas, se continúa

manteniendo el aumento de lesiones en niveles superiores (Kauther et al., 2015).

La edad muestra correlación positiva con la incidencia lesional en la rueda gimnástica (Kauther et al., 2015) y en las fracturas que se producen en los chicos de cheerleading pero no en las chicas (Swenson et al., 2012).

Así mismo, se aprecian los factores intrínsecos, como la falta de descanso entre otras como los más importantes en trampolín, tumbling y GA (Graption et al., 2013), sin embargo en los estudios realizados en circo indican que se producen un mayor número de lesiones después de un periodo de descanso, independientemente de la duración de este (Orlando et al. 2011). Por otro lado, no se aprecian relaciones significativas entre en número de lesiones y el IMC, ni con las horas de entrenamiento al día en tumbling (Rojas et al., 2015), ni en cuanto al IMC en fracturas en cheerleading (Swenson et al., 2012). Así mismo, otros factores como el sexo, parecen no influir en la incidencia lesional en teamgym (Lund, 2011). Algunos trabajos realizados en circo consideran, el sexo, un factor importante de las lesiones de atención médica solamente, siendo más propensas las mujeres (Hamilton et al., 2012), sin embargo, otros no establecen diferencias significativas entre géneros, pero observaron una tendencia mayor de las mujeres a lesionarse la cadera, mientras que en los hombres el antebrazo la muñeca y la rodilla (Munro, 2014).

## 5. CONCLUSIONES

Tras el análisis de los artículos existen ciertas diferencias y similitudes entre las disciplinas. Parece que los aparatos de trampolín y minitramp son los que mayor riesgo lesional presentan. El tumbling se sitúa como la segunda especialidad con mayor propensión a lesionarse asociándose con las lesiones de tobillo. Así mismo, en el cheerleading y los artistas de alto impacto de circo, realizan habilidades específicas de tumbling, resaltando éstas como de gran importancia en la producción de lesiones.

Por otro lado, el mayor número de lesiones se producen en el entrenamiento, pero la competición presenta un mayor ratio. En cuanto al mecanismo de

lesión, el contacto con el suelo, es una guía común de estas disciplinas. Se encontró una estrecha relación entre estas disciplinas con las lesiones de las EEII, sobre todo el tobillo, no habiendo demasiado consenso en el circo, y en gran medida de los esguinces como tipología lesional más común.

Por último, factores como el alto nivel y la edad presentan relación con la incidencia lesional, mientras que el IMC parece no influir y no se establece consenso en función del sexo.

La principal limitación de este estudio es la poca evidencia actual sobre estas disciplinas acrobáticas. Por ello, en futuras investigaciones será necesario un mayor número de trabajos que aporten datos concluyentes sobre la epidemiología lesional específica en las disciplinas estudiadas, así como de los diferentes roles dentro de éstas, para así poder favorecer la prevención de lesiones.

## **6. AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo no fue financiado por ninguna entidad pública ni privada, y no existen conflictos de intereses.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Foley EC, Bird HA. "Extreme" or tariff sports: their injuries and their prevention (with particular reference to diving, cheerleading, gymnastics, and figure skating). *Clin Rheumatol*. 2013;32(4):463-7.
2. Munro D. Injury patterns and rates amongst students at the National Institute of Circus Arts: An observational study. *Med Probl Perform Artists*. 2014;29(4):235-40.
3. Abalo R, Vernetta M, Gutiérrez-Sánchez A. Prevention of injuries to lower limbs using logistic regression equations in aerobic gymnastics. *Med Sport*. 2013(a);66(2):265-76.
4. Burt LA, Naughton GA, Higham DG, Landeo R. Training Load in Pre-Pubertal Female Artistic Gymnastics. *Science of Gymnastics Journal*. 2010;2(3):5-14.

5. Amaral L, Santos P, Ferreirinha J. Caracterização do perfil lesional em ginástica artística feminina: um estudo prospectivo das ginastas Portuguesas de competição ao longo de uma época desportiva. *RPCD*. 2009;9(1):43-51.
6. Bradshaw EJ, Hume PA. Biomechanical approaches to identify and quantify injury mechanisms and risk factors in women's artistic gymnastics. *Sports Biomech*. 2012;11(3):324-41.
7. De Carli A, Mossa L, Larciprete M, Ferretti M, Argento G, Ferretti A. The gymnast's shoulder MRI and clinical findings. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52(1):71-9.
8. Dowdell T. Is Gymnastics a Dangerous Sport in the Australian Club Context? *Sci of Gymnastics J*. 2011;3(2):13-25.
9. Westermann RW, Giblin M, Vaske A, Grosso K, Wolf BR. Evaluation of Men's and Women's Gymnastics Injuries: A 10-Year Observational Study. *Sports Health*. 2015;7(2):161-5.
10. Piazza M, Di Cagno A, Cupisti A, Panicucci E, Santoro G. Prevalence of low back pain in former rhythmic gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009;49(3):297-300
11. Roberts K. Spine injuries in rhythmic gymnastics. *Sport Health*. 2009;27(3):27-9.
12. Rui-feng L, Zai-zhen D, Jia-yu Q, Bai M, Yan-fei X. An Investigation on Elite Chinese Rhythmic Gymnasts' Injuries. *J Beijing Univ Phys Educ*. 2009;32(3):70-1.
13. Sabeti M, Jeremian L, Graf A, Kandelhart R. Elite level rhythmic gymnasts have significantly more and stronger pain than peers of similar age: a prospective study. *Wien Klin Wochenschr*. 2015;127(1-2):31-5.
14. Abalo R, Gutiérrez-Sánchez Á, Vernetta M. Analysis of different training parameters and incidence of injury in aerobic gymnastics sportmen. *Arch Med Deporte*. 2012;29(150):740-9.

15. Abalo Núñez R, Gutiérrez-Sánchez Á, Vernetta Santana M. Analysis of incidence of injury in Spanish elite in aerobic gymnastics. *Rev Bras Med Esporte*. 2013(b);19(5):355-8.
16. Grapton X, Lion A, Gauchard GC, Barrault D, Perrin PP. Specific injuries induced by the practice of trampoline, tumbling and acrobatic gymnastics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(2):494-9.
17. Purnell M, Shirley D, Nicholson L, Adams R. Acrobatic gymnastics injury: Occurrence, site and training risk factors. *Phys Ther Sport*. 2010;11(2):40-6.
18. Lund SS, Myklebust G. High injury incidence in TeamGym competition: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(6):e439-44.
19. Unión Europea de Gimnasia. TeamGym Code of Points Sept 2013 Rev B. 2015 (consultado 08/03/2016). Disponible en: <http://www.ueg.org/en/page/view.html?id=169>.
20. Long AS, Ambegaonkar JP, Fahringer PM. Injury reporting rates and injury concealment patterns differ between high-school cirque performers and basketball players. *Med Probl Perform Art*. 2011;26(4):200-5.
21. Kauther MD, Rummel S, Hussmann B, Lendemans S, Wedemeyer C, Jaeger M. Wheel-gymnastic-related injuries and overuse syndromes of amateurs and professionals. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*. 2015;23(8):2440-8.
22. International Cheer Union. History of cheerleading (consultado 08/03/2016). Disponible en: <http://cheerunion.org/history/cheerleading/>
23. Mullarkey L. *Cheerleading basics*. Berkeley Heights: Enslow Publishers; 2011.
24. Rojas NA, Vernetta M, López-Bedoya J. Analysis of injuries in competition tumbling gymnasts. *Arch Med Deporte*. 2015;32(4):215-22.
25. Orlando C, Levitan EB, Mittleman MA, Steele RJ, Shrier I. The effect of rest days on injury rates. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(6):e64-71.

26. Hamilton GM, Meeuwisse WH, Emery CA, Shrier I. Examining the effect of the injury definition on risk factor analysis in circus artists. *Scand J Med Sci Sports*. 2012;22(3):330-4.
27. Shrier I, Meeuwisse WH, Matheson GO, Wingfield K, Steele RJ, Prince F et al. Injury patterns and injury rates in the circus arts: an analysis of 5 years of data from Cirque du Soleil. *Am J Sports Med* 2009;37: 1143–9.
28. Shields BJ, Smith GA. Epidemiology of strain/sprain injuries among cheerleaders in the United States. *Am J Emerg Med*. 2011;29(9):1003-12.
29. Hardy I, McFaul S, Saint-Vil D. Neck and spine injuries in Canadian cheerleaders: An increasing trend. *J Pediatr Surg*. 2015;50(5):790-2.
30. Swenson DM, Henke NM, Collins CL, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of United States High School Sports-Related Fractures, 2008-09 to 2010-11. *Am J Sports Med*. 2012;40(9):2078-84 7p.
31. Medina JM, Bush HM, Reed A, Whittington A, Uhl TL, McKeon PO. Return-to-play probabilities following new versus recurrent ankle sprains in high school athletes. *J Sci Med Sport*. 2014;17(1):23-8.
32. Changstrom BG, Brou L, Khodae M, Braund C, Comstock RD. Epidemiology of stress fracture injuries among US high school athletes, 2005-2006 through 2012-2013. *Am J Sports Med*. 2015;43(1):26-33.
33. Mitchell J, Magnussen RA, Collins CL, Currie DW, Best TM, Comstock RD, et al. Epidemiology of patellofemoral instability injuries among high school athletes in the United States. *Am J Sports Med*. 2015;43(7):1676-82.

